

#6760

RCA PFO20130 RfAc *received*  
CITED BY APPLICANT

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 773 646**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **98 00271**

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : H 01 Q 13/02, H 01 P 11/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.01.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.07.99 Bulletin 99/28.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS Etablissement  
public à caractère scientifique et technologique — FR.

⑦2 Inventeur(s) : MUNIER JEAN MARIE.

⑦3 Titulaire(s) :

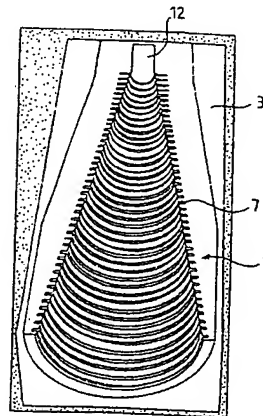
⑦4 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

⑤4 ANTENNE CONSTITUEE D'UN CORNET, PROCEDES DE FABRICATION D'UN TEL CORNET ET MANDRIN  
CORRESPONDANT.

⑤7 L'invention concerne une antenne constituée d'un cor-  
net (3), préférentiellement hyperfréquence. Le cornet est  
garni intérieurement d'au moins une rainure (7) spirale et à  
pas constant.

L'invention concerne aussi des procédés de fabrication  
d'un tel cornet, par moulage ou par vissage en force, et un  
mandrin (1) utilisé dans les procédés de fabrication.

Application à la radioastronomie.



FR 2 773 646 - A1



La présente invention se rapporte à une antenne constituée d'un cornet, à des procédés de fabrication d'un tel cornet et à un mandrin destiné à cette fabrication.

5 L'invention concerne notamment le domaine hyperfréquence, c'est-à-dire relatif à des fréquences supérieures à 1 GHz. Dans le domaine hyperfréquence, le couplage d'un émetteur ou d'un récepteur avec le milieu extérieur est réalisé à l'aide d'un cornet, sorte de guide généralement de forme conique. Ce cornet, qui a un axe de cône, est garni intérieurement de rainures. (corrugations)  
10 habituellement circulaires, ayant des plans perpendiculaires à l'axe du cornet, qui permettent d'améliorer le rendement d'émission ou de réception en supprimant des modes parasites. Les cornets hyperfréquences, qui constituent des antennes, ont des applications notamment dans le domaine de la radioastronomie millimétrique et submillimétrique, qu'elle soit terrestre ou  
15 embarquée sur ballons ou satellites. Les fréquences préférentiellement concernées sont comprises entre 37 GHz et 240 GHz.

Une première méthode utilisée pour fabriquer ce type  
20 d'antenne repose sur la fabrication préalable d'une structure conique dépourvue de rainures et sur l'usinage mécanique ultérieur des rainures. Cette méthode a pour inconvénient d'être de plus en plus difficilement applicable à mesure que la fréquence augmente, et donc que les dimensions diminuent. Elle devient même  
25 impossible à mettre en oeuvre lorsque les dimensions sont trop petites. De plus, la réalisation d'un cornet hyperfréquence par usinage mécanique relève de la mécanique de haute précision, d'où un prix unitaire très élevé.

Une seconde méthode utilisée pour réaliser un cornet  
30 hyperfréquence est l'électroformage. Selon cette méthode, on fabrique un mandrin (mâle) en aluminium, sur lequel on fait croître par électrolyse le cornet (femelle) en cuivre, puis on détruit le mandrin en le dissolvant dans une base forte (KOH ou NaOH), afin de pouvoir récupérer le cornet. Le mandrin étant détruit à chaque  
35 fois, cette technique est très onéreuse.

La présente invention concerne une antenne constituée d'un cornet ayant un coût de revient faible tout en offrant de bonnes performances, dans un domaine de fréquences pouvant être très élevées, notamment supérieures à 100 GHz.

5 L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un cornet qui est bien meilleur marché que les techniques existantes, et permet d'obtenir des performances comparables, voire même meilleures, notamment en hyperfréquences.

L'invention concerne un tel procédé pouvant s'appliquer à des  
10 fréquences très élevées, notamment supérieures à 100 GHz.

L'invention est également relative à un mandrin destiné à la fabrication d'un cornet selon un procédé conforme à l'invention.

Le domaine d'application de l'invention comprend la radioastronomie millimétrique et submillimétrique déjà mentionnée,  
15 éventuellement pour des réseaux d'antennes équipés d'un grand nombre de récepteurs identiques. L'invention s'applique également à d'autres usages non astronomiques, favorisés par de faibles coûts de réalisation. Sont notamment concernés:

- l'interférométrie millimétrique et submillimétrique,
- 20 - des modules de radar de proximité anti-collision contribuant à la sécurité routière,
- des radars d'entrée de ports par temps de brouillard,
- des systèmes de contrôle par imagerie sur les aéroports (imagerie sélective par détection des différents matériaux),
- 25 - l'imagerie et la thermographie médicale,
- le traitement thermique de cellules cancéreuses,
- des têtes de réception d'antennes paraboliques pour réception satellite (fréquences typiquement de l'ordre de 9 GHz),
- la détection des gaines d'effet corona autour de câbles à  
30 très haute tension, dangereux pour la sécurité des hélicoptères en vol de nuit, cette gaine étant beaucoup plus grosse que les câbles et détectable aux alentours de 600 GHz, et
- un appareil portatif destiné à détecter des objets enterrés dans le sol (radiographie de la surface du sol), tel que détecteur de  
35 mines anti-personnel.

A cet effet, l'invention concerne une antenne constituée d'un cornet garni intérieurement d'au moins une rainure. Selon l'invention, les rainures sont spirales et à pas constant.

5 Ainsi, les rainures circulaires habituellement utilisées dans les cornets hyperfréquences sont remplacées par une ou plusieurs rainures spirales.

Le cornet ayant un axe, on désigne par « pas » de la ou des rainures spirales l'espacement, ramené à cet axe, entre deux spires successives.

10 Une telle configuration de la ou des rainures, spirales et à pas constant, permet une réalisation économique et pratique à mettre en oeuvre et donne de très bonnes performances.

Préférentiellement, le cornet est hyperfréquence. La ou les rainures spirales ont alors avantageusement une largeur inférieure à 0,5 mm et un pas inférieur à 1 mm pour une fréquence voisine de 15 100 GHz.

Dans un mode de réalisation avantageux de l'antenne, le cornet comporte une unique empreinte spirale s'étendant dans toute sa longueur. Dans d'autres modes de réalisation, il comprend 20 deux ou trois empreintes spirales, ou davantage.

Dans un mode de réalisation préféré de l'antenne, le cornet est formé essentiellement d'un alliage comprenant en poids 50% de bismuth, 28% de plomb et 22% d'étain.

25 Cet alliage, commercialisé sous le nom « Alliage de Roses », présente l'avantage d'avoir une température de fusion très basse, voisine de 105°C, température à laquelle il s'oxyde très peu. Il permet également d'obtenir des moulages de précision. L'alliage a également pour propriété d'être supraconducteur, avec une température critique égale à 6,7 K.

30 Dans d'autres modes de réalisation, le cornet est formé d'alpax, d'aluminium ou de plastique.

Avantageusement, le cornet est doré intérieurement.

35 Il est intéressant que le mandrin soit constitué essentiellement d'un matériau choisi parmi de l'aluminium, du titane et du laiton recouvert de rhodium par électrolyse. Le mandrin

peut ainsi être séparé plus aisément du cornet, notamment lorsque ce dernier est formé de l'alliage de Roses, car le mandrin n'adhère pas à cet alliage.

5 L'invention concerne également des procédés de fabrication d'un cornet constituant une antenne, préférentiellement hyperfréquence.

Un premier procédé de fabrication est caractérisé en ce que:

- on place dans un moule un mandrin pourvu extérieurement d'au moins une empreinte mâle spirale et à pas constant,
- 10 • on introduit dans le moule un matériau en fusion,
- on refroidit ce matériau de façon à ce qu'il forme le cornet, garni intérieurement d'au moins une rainure spirale et à pas constant correspondant aux empreintes, et
- on dévisse le mandrin du cornet.

15 La forme spirale et à pas constant des rainures coopère avec la technique de moulage, car il est possible de dévisser le mandrin du cornet une fois ce dernier formé. Ce procédé de fabrication est particulièrement économique, car une fois le mandrin réalisé, il peut resservir un grand nombre de fois tout en restant intact.

20 Selon un mode de mise en oeuvre préféré du procédé de fabrication, avant de dévisser le mandrin, on désolidarise le mandrin et le cornet en les plongeant dans de l'azote liquide puis dans de l'eau chaude.

25 Les deux pièces se dévissent alors aisément sans que le mandrin ne soit endommagé.

Selon un autre mode de mise en oeuvre, on procède à un dévissage avec des chocs successifs relativement légers.

30 Dans un mode de mise en oeuvre préféré, le matériau est un alliage comprenant en poids 50% de bismuth, 28% de plomb et 22% d'étain.

Avantageusement, lors du refroidissement du matériau, on chasse les bulles d'air du matériau par une succession de vides et de remises à l'air.

35 De plus, il est intéressant qu'on procède après le dévissage à une dorure intérieure du cornet par électrolyse.

On obtient ainsi un état de surface similaire à celui qui serait obtenu pour un cornet en laiton doré, dont les rainures seraient réalisées par usinage mécanique.

Un second procédé de fabrication est caractérisé en ce que:

- 5 • on réalise une pièce femelle comprenant une ouverture intérieure conique,
- on visse en force dans cette ouverture conique un mandrin pourvu extérieurement d'au moins une empreinte mâle spirale et à pas constant, de manière à imprimer dans la pièce femelle au  
10 moins une rainure spirale et à pas constant correspondant à ces empreintes, et
- on dévisse le mandrin de la pièce femelle, qui constitue le cornet.

15 Ce second procédé de fabrication est particulièrement avantageux quand les dimensions du cornet sont très petites, pour des fréquences voisines de 1 THz ou supérieures. Les rainures ont alors une largeur de l'ordre de quelques dizaines de micromètres, et les méthodes classiques ne permettent pas de réaliser la dorure intérieure du cornet.

20 Préférentiellement, pour ce second procédé de fabrication, la pièce femelle est en or massif et le mandrin est en titane.

L'invention s'applique aussi à un mandrin destiné à la fabrication d'un cornet selon un procédé conforme à l'invention.

25 Ce mandrin est pourvu extérieurement d'au moins une empreinte mâle spirale et à pas constant.

Les dimensions des empreintes mâles correspondent aux dimensions des rainures du cornet à fabriquer. Un tel mandrin permet la fabrication du cornet par moulage ou vissage en force.

30 Divers caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple et sans caractère limitatif, en regard des dessins annexés sur lesquels:

35 La figure 1 représente un mandrin utilisé dans un exemple de mise en oeuvre du procédé de fabrication par moulage selon l'invention.

La figure 2 représente un ensemble de moulage correspondant au mandrin de la figure 1, représenté avec une réduction à 1/3 par commodité.

5 La figure 3 montre, en coupe et de face, un cornet hyperfréquence obtenu par le procédé de fabrication selon l'invention avec le mandrin de la figure 1 et l'ensemble de moulage de la figure 2, contenant le mandrin de la figure 1.

La figure 4 montre, en coupe et en perspective, le cornet de la figure 3.

10 La figure 5 donne les courbes d'intensité d'émission ou de réception (en dB) en fonction de l'ouverture du lobe (en degrés), respectivement du cornet hyperfréquence des figures 3 et 4 et d'un cornet de référence avec rainures circulaires destiné à la même fréquence de travail et fabriqué classiquement par électroformage.

15 La figure 6 donne les courbes de variation de phase du signal d'émission ou de réception (en degrés) en fonction de l'ouverture du lobe (en degrés), respectivement du cornet des figures 3 et 4 et du cornet de référence.

20 La figure 7 montre un insert d'adaptation mandrin-ensemble de moulage, utilisé dans une variante du procédé de fabrication des figures 1 à 6, en vue frontale.

La figure 8 représente l'insert d'adaptation de la figure 7 en vue latérale (selon VIII).

25 La figure 9 représente l'insert d'adaptation des figures 7 et 8 en vue de dessous (selon IX), avec un facteur 4 de grossissement.

30 Un mandrin 1 utilisé dans un procédé de fabrication d'un cornet hyperfréquence par moulage selon l'invention, représenté sur la figure 1, comprend une pièce 11 de forme conique, avantageusement à base d'aluminium et par exemple constituée de l'alliage commercialisé sous le nom Duralumin. Cette pièce 11 conique, d'axe 10, a une base 16 de diamètre D1, une longueur L1 parallèlement à son axe 10 et un angle d'inclinaison A1. La pièce 11 comporte des moyens de fixation à un moule, au niveau de sa base 16. Ces moyens comprennent par exemple des trous allongés 35 14 et 15 pratiqués dans la base 16 parallèlement à l'axe 10,

espacés d'une distance  $l$  et destinés à recevoir des ergots de fixation.

5 La pièce 11 est munie extérieurement d'une empreinte mâle 4 spirale, dans toute sa longueur  $L1$ . L'empreinte mâle 4 a un pas  $d2$  fixe, et une épaisseur  $d1$  préférentiellement constante également. Cependant, l'empreinte mâle 4 est avantageusement initiée au niveau de la base 16 avec une épaisseur  $d3$  d'initiation inférieure à l'épaisseur  $d1$ , l'épaisseur  $d3$  étant par exemple égale à la moitié de l'épaisseur  $d1$ .

10 Préférentiellement, l'empreinte mâle 4 a une profondeur variable dans une zone 5 de la pièce 11 située au voisinage de l'extrémité 17 de la pièce 11 conique et une profondeur fixe  $d4$  ailleurs. Le mandrin 1 a donc, au niveau de la base 16, un diamètre total valant  $D'1$ , avec  $D'1 = D1 + 2 d4$ . Dans la zone 5, de longueur  $L'1$ , la profondeur de l'empreinte mâle 4 croît à partir de la valeur  $d4$  en se dirigeant vers l'extrémité 17. Dans un exemple avantageux, cette croissance est linéaire, de telle sorte que l'empreinte mâle 4 définit une surface extérieure conique d'axe 10 et ayant un angle d'inclinaison  $A2$ .

20 En son extrémité 17, la pièce 11 est prolongée par un guide 12 allongé d'adaptation au moule, avantageusement cylindrique de diamètre  $D2$  et de longueur  $L2$  et avantageusement constitué du même matériau que la pièce 11. Le guide 12 est lui-même prolongé préférentiellement par une pointe 13 de fixation au moule de diamètre  $D3$ , qui traverse le guide 12 et pénétrant dans la pièce 11. La pointe 13, avantageusement en acier, dépasse le guide 12 d'une longueur  $L3$  et pénètre la pièce 11 sur une longueur  $L'3$ .

25 Dans un exemple particulier de mise en oeuvre, adapté à la fréquence de 110 GHz, les paramètres du mandrin 1 ont les valeurs suivantes, exprimées en millimètres, à l'exception des angles  $A1$  et  $A2$ :

- $L1 = 39$ ,  $L'1 = 8$ ,  $L2 = 5$ ,  $L3 = 5$ ,  $L'3 = 3$ ;
- $D1 = 13,35$ ,  $D'1 = 14,75$ ,  $D2 = 2,38$ ,  $D3 = 0,1$ ;
- $d1 = 0,45$ ,  $d2 = 0,9$ ,  $d3 = 0,225$ ,  $d4 = 0,7$ ,  $l = 9,5$ ;
- 35 •  $A1 = 8^\circ$ ,  $A2 = 3^\circ 35'$ .



Le mandrin 1 est associé à un ensemble de moulage 2 destiné à le recevoir, représenté sur la figure 2. Cet ensemble de moulage 2 comporte un moule 21 avantageusement cylindrique d'axe 20 et constitué à base d'aluminium, par exemple en Duralumin. Le moule 21, destiné à contenir le mandrin 1, a une longueur L4 par exemple égale à 74 mm. Il est préférentiellement équipé de moyens d'étanchéité. Dans l'exemple décrit, ces moyens consistent en deux joints toriques 25 et 26 respectivement disposés à proximité des extrémités du moule 21. Ces simples joints toriques 25 et 26 à vide suffisent à obtenir l'étanchéité du moule 21, car le matériau de moulage employé dans l'exemple (alliage de Roses) a une température de fusion très basse.

L'ensemble de moulage 2 comprend également un fond 22 et un couvercle 24 du moule 21. Le fond 22 est muni de cheminées de remplissage 31 et 32 permettant d'introduire le matériau de moulage en fusion dans le moule 21. Il comprend aussi une ouverture allongée 33 selon l'axe 20, destinée à recevoir la pointe 13 du mandrin 1. Une pièce d'adaptation 23 est interposée entre le moule 21 et le fond 22. Cette pièce 23, avantageusement en laiton, est munie d'une ouverture centrale 34, destinée à être traversée par le guide 12 du mandrin 1, ainsi que de deux fenêtres 35 et 36 en vis-à-vis des cheminées de remplissage 31 et 32, pour introduire le matériau de moulage en fusion.

Le couvercle 24 comporte des ergots 37 et 38 destinés à pénétrer respectivement dans les trous 14 et 15 du mandrin 1.

En fonctionnement, on place et on fixe le mandrin 1 dans l'ensemble de moulage 2, puis on introduit dans le moule 21 le matériau en fusion par les cheminées de remplissage 31 et 32, ce matériau de moulage étant de préférence l'alliage de Roses. Les cheminées 31 et 32 permettent également l'échappement de l'air compris entre les spires de l'empreinte mâle 4 du mandrin 1. On réalise ensuite le moulage en chassant les bulles d'air par une succession de vides et de remises à l'air et on laisse refroidir le matériau. Celui-ci forme alors un cornet 3, garni intérieurement

d'une rainure 7 spirale correspondant à l'empreinte mâle 4, comme représenté sur les figures 3 et 4.

On désolidarise ensuite les pièces mâle (mandrin 1) et femelle (cornet 3) en les plongeant d'abord dans l'azote liquide, puis rapidement dans l'eau chaude. Les deux pièces se dévissent ainsi aisément. Il est intéressant de procéder ensuite à une dorure intérieure par électrolyse du cornet 3.

Dans une variante de mise en oeuvre, le mandrin 1 est muni de plusieurs empreintes mâles, c'est-à-dire de plusieurs filets spirales, par exemple deux ou trois. On obtient alors un cornet comprenant plusieurs rainures spirales, correspondant aux empreintes mâles du mandrin 1.

Le cornet 3 obtenu dans l'exemple de mise en oeuvre pour 110 GHz a fait l'objet de mesures et de comparaisons avec un cornet hyperfréquence à rainures circulaires, obtenu classiquement par électroformage et adapté également à la fréquence de 110 GHz.

Ainsi, les courbes 51 et 52 respectivement du cornet 3 et du cornet de référence, donnant l'intensité normalisée d'émission ou de réception en dB (axe 42) en fonction de l'ouverture de lobe du cornet, exprimée en degrés (axe 41) sont superposées sur la figure 5. Il apparaît que les courbes 51 et 52 ont des lobes respectifs 54 et 55 d'émission ou de réception qui sont similaires, le lobe 54 du cornet 3 étant légèrement plus étroit. De plus, si les courbes 51 et 52 n'avaient pas été normalisées, on s'apercevrait que la courbe 51 du cornet 3 présente un lobe supérieur de 2 dBm à celui du cornet de référence.

Les courbes 58 et 59 (figure 6) donnant respectivement pour le cornet 3 et le cornet de référence la variation de phase du signal en degrés (axe 43) en fonction de l'ouverture de lobe (axe 41) s'avèrent très différentes l'une de l'autre. Dans toute l'étendue du domaine d'ouverture de lobe, la variation de phase du cornet 3 est beaucoup plus faible que celle du cornet de référence.

Ainsi, les performances du cornet 3 sont comparables ou même supérieures à celles du cornet de référence.

Dans un autre mode de mise en oeuvre, le guide 12 et la pointe 13 sont remplacés par un insert 60 d'adaptation mandrin-ensemble de moulage, tel que représenté aux figures 7 à 9. Cet insert 60 est une pièce allongée selon un axe 61 et de longueur L10, qui est séparée du mandrin, contrairement au guide 12 et à la pointe 13 fixés au mandrin 1 du précédent mode de réalisation. Il est avantageusement en titane.

L'insert 60 comprend successivement, le long de l'axe 61, une extrémité d'insertion 65 cylindrique circulaire, un guide circulaire 66, une transition 67 guide circulaire-guide rectangulaire, conoïde, un guide rectangulaire 68 et une pointe 69. Les longueurs des parties 65 à 69 sont respectivement notées L5 à L9 et les diamètres des parties 65, 66 et 69 sont respectivement notés D5, D6 et D7. De plus, le guide rectangulaire 68 a une section rectangulaire dont les côtés ont des longueurs notées d5 et d6. Dans l'exemple de réalisation représenté, ces dimensions valent, exprimées en mm:

- L5 = 8,0, L6 = 3,5, L7 = 18,0, L8 = 4,0, L9 = 5,0, L10 = 38,5;
- D5 = 2,0, D6 = 2,37, D7 = 1,0;
- d5 = 2,12, d6 = 1,06.

Le mandrin comprend un trou cylindrique destiné à recevoir l'extrémité d'insertion 65 et les parties 66 et 67 de l'insert 60. L'ensemble de moulage est quant à lui adapté à l'insert 60, le fond 22 et la pièce d'adaptation 23 du mode de réalisation précédent (figure 2) étant destinés respectivement à l'insertion de la pointe 69 et au passage du guide rectangulaire 68.

Pour fabriquer le cornet 3, on insère d'abord l'insert 60 dans le mandrin et on place les pièces réunies dans l'ensemble de moulage, puis on procède aux opérations de moulage. On dévisse ensuite le mandrin, qui est extrait sans l'insert 60. En effet, ce dernier, détaché du mandrin, n'est pas entraîné par le dévissage à cause de son guide rectangulaire 68. On chasse ultérieurement l'insert 60 de l'ensemble de moulage en le poussant vers le haut.

Ce mode de mise en oeuvre avec l'insert 60 a l'avantage de réduire les pertes d'insertion entre le mandrin et l'ensemble de moulage.

REVENDICATIONS

1. Antenne constituée d'un cornet garni intérieurement d'au moins une rainure, caractérisée en ce que lesdites rainures (7) sont spirales et à pas (d2) constant.

5        2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le cornet est hyperfréquence.

3. Antenne selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le cornet (3) est formé essentiellement d'un alliage comprenant en poids 50% de bismuth, 28% de plomb et  
10       22% d'étain.

4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le cornet (3) est doré intérieurement.

5. Procédé de fabrication d'un cornet, constituant une antenne, caractérisé en ce que:

- 15       • on place dans un moule (21) un mandrin (1) pourvu extérieurement d'au moins une empreinte mâle (4) spirale et à pas (d2) constant,
- on introduit dans le moule (21) un matériau en fusion,
- on refroidit ledit matériau de façon à ce qu'il forme ledit cornet  
20       (3), garni intérieurement d'au moins une rainure (7) spirale et à pas (d2) constant, correspondant auxdites empreintes (4), et
- on dévisse le mandrin (1) du cornet (3).

6. Procédé de fabrication selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'avant de dévisser le mandrin (1), on désolidarise le mandrin (1) et le cornet (3) en les plongeant dans  
25       de l'azote liquide puis dans de l'eau chaude.

7. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'on procède après le dévissage à une dorure intérieure du cornet (3) par électrolyse.

30       8. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que le mandrin (1) est constitué essentiellement d'un matériau choisi parmi de l'aluminium, du titane et du laiton recouvert de rhodium par électrolyse.

9. Procédé de fabrication d'un cornet constituant une antenne, caractérisé en ce que:

- on réalise une pièce femelle comprenant une ouverture intérieure conique,
- 5   • on visse en force dans ladite ouverture conique un mandrin (1) pourvu extérieurement d'au moins une empreinte mâle (4) spirale et à pas (d2) constant, de manière à imprimer dans la pièce femelle au moins une rainure (7) spirale et à pas (d2) constant correspondant auxdites empreintes (4), et
- 10   • on dévisse le mandrin (1) de la pièce femelle, qui constitue ledit cornet (3).

10. Procédé de fabrication selon la revendication 9, caractérisé en ce que la pièce femelle est en or massif et le mandrin (1) est en titane.

- 15   11. Mandrin (1) destiné à la fabrication d'un cornet (3) selon un procédé conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 10.

1/4

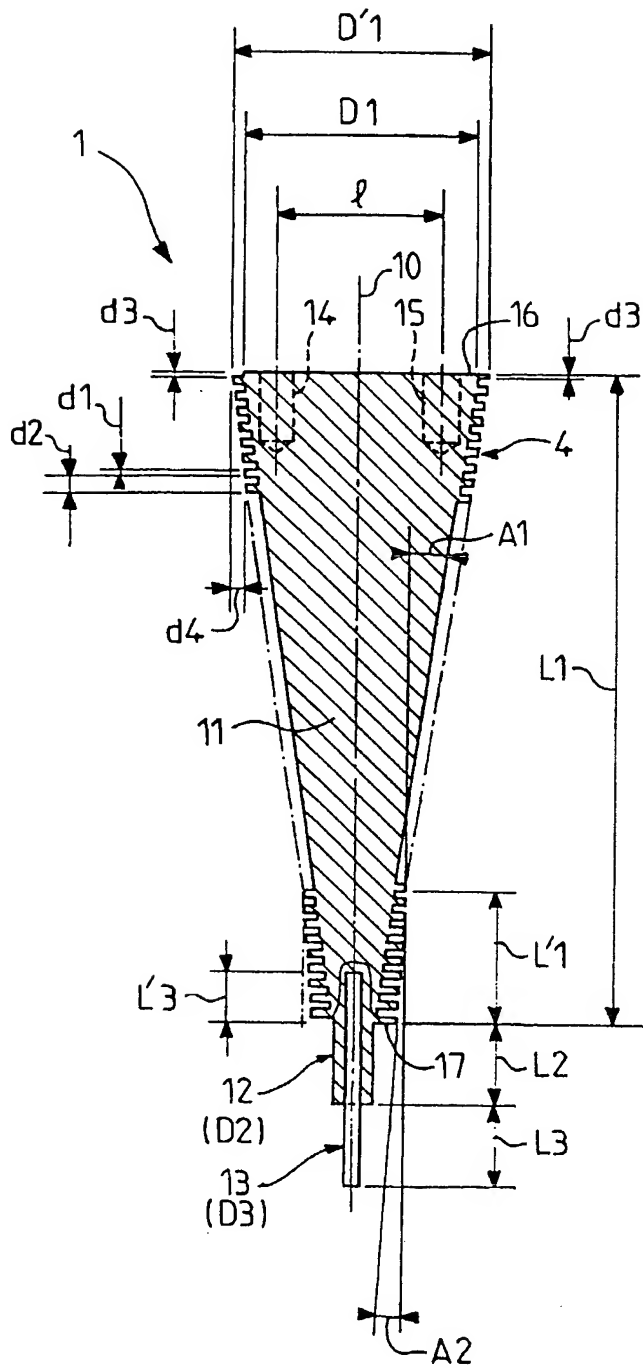


FIG. 1

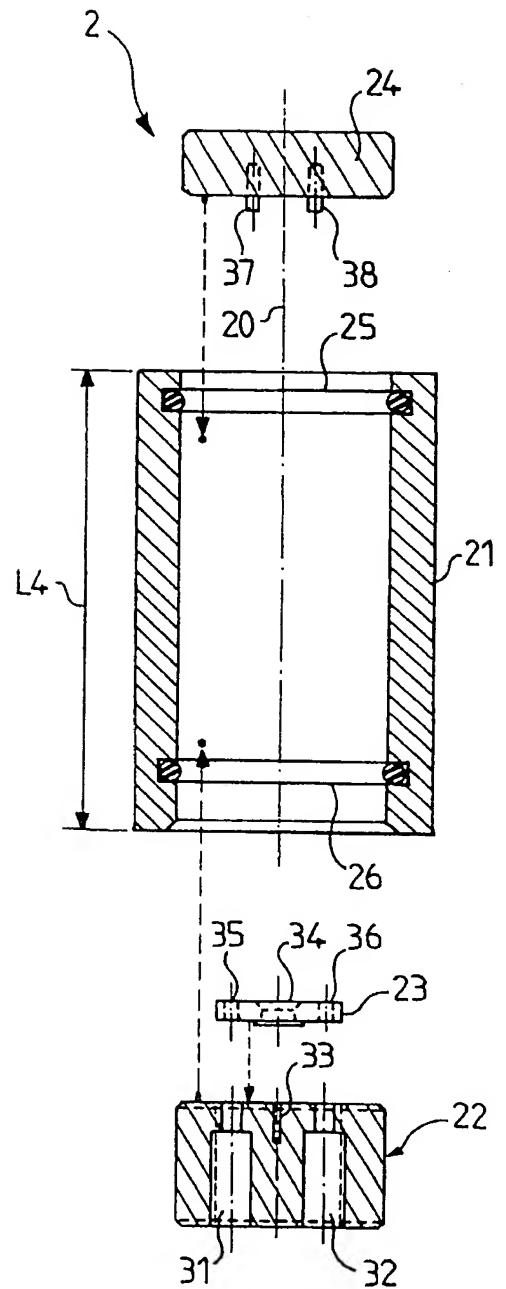


FIG. 2

2/4

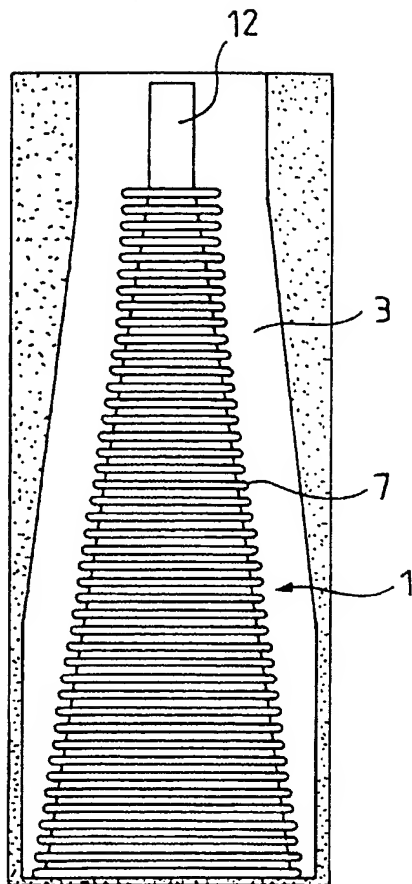


FIG. 3

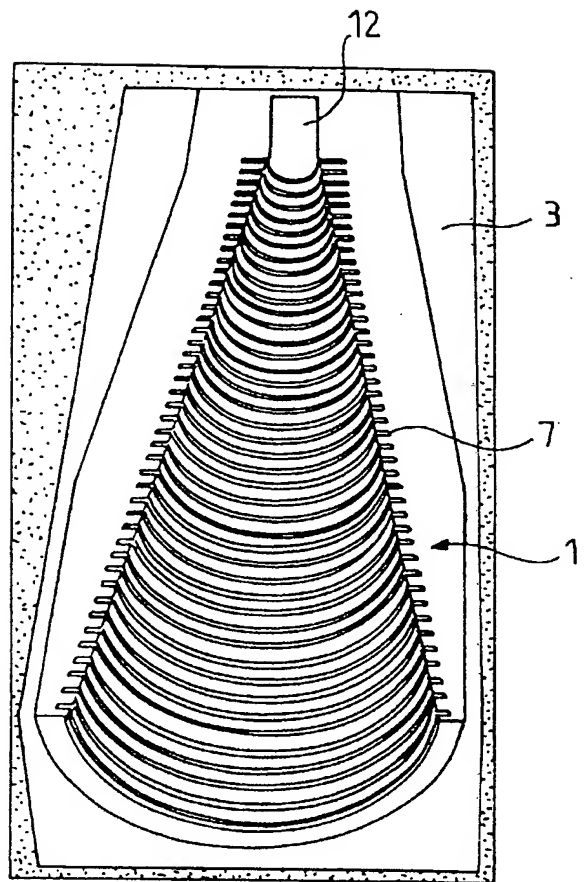


FIG. 4



3/4

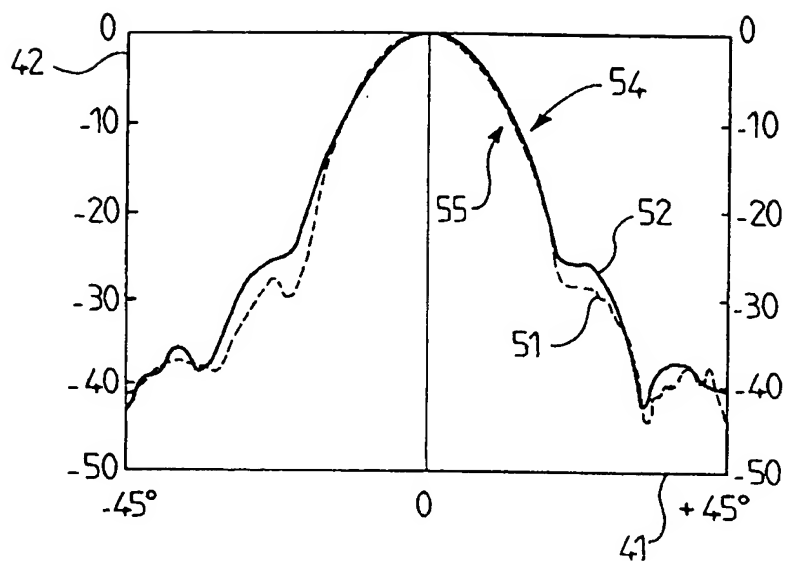


FIG. 5

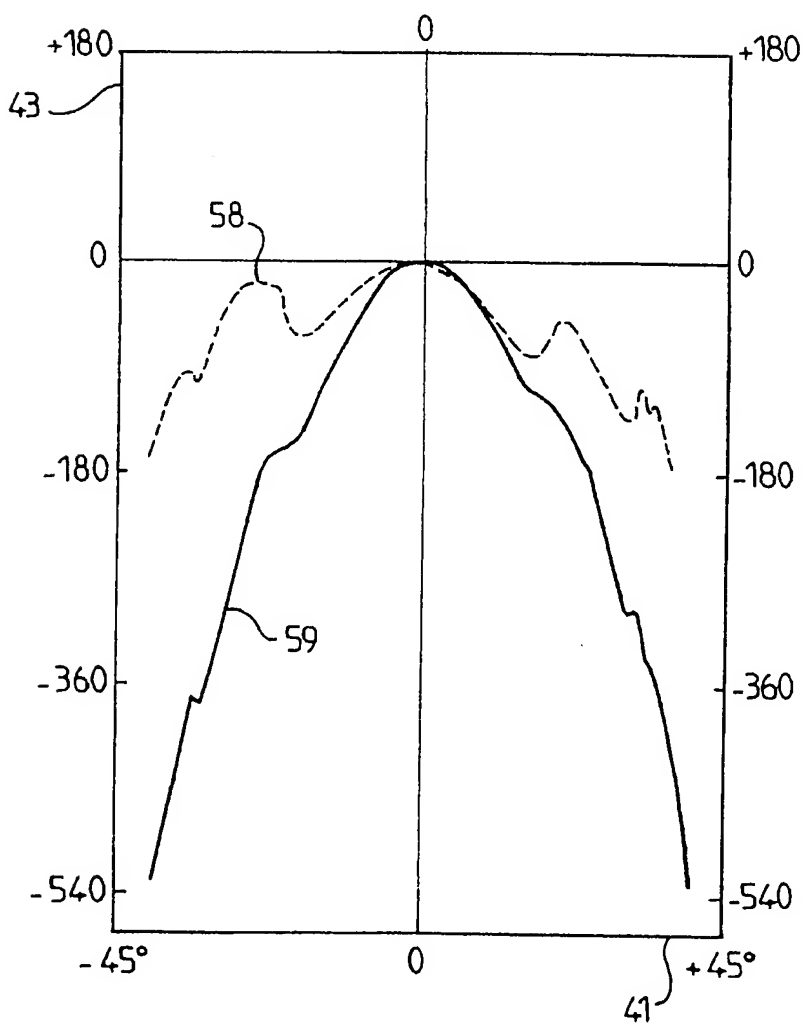
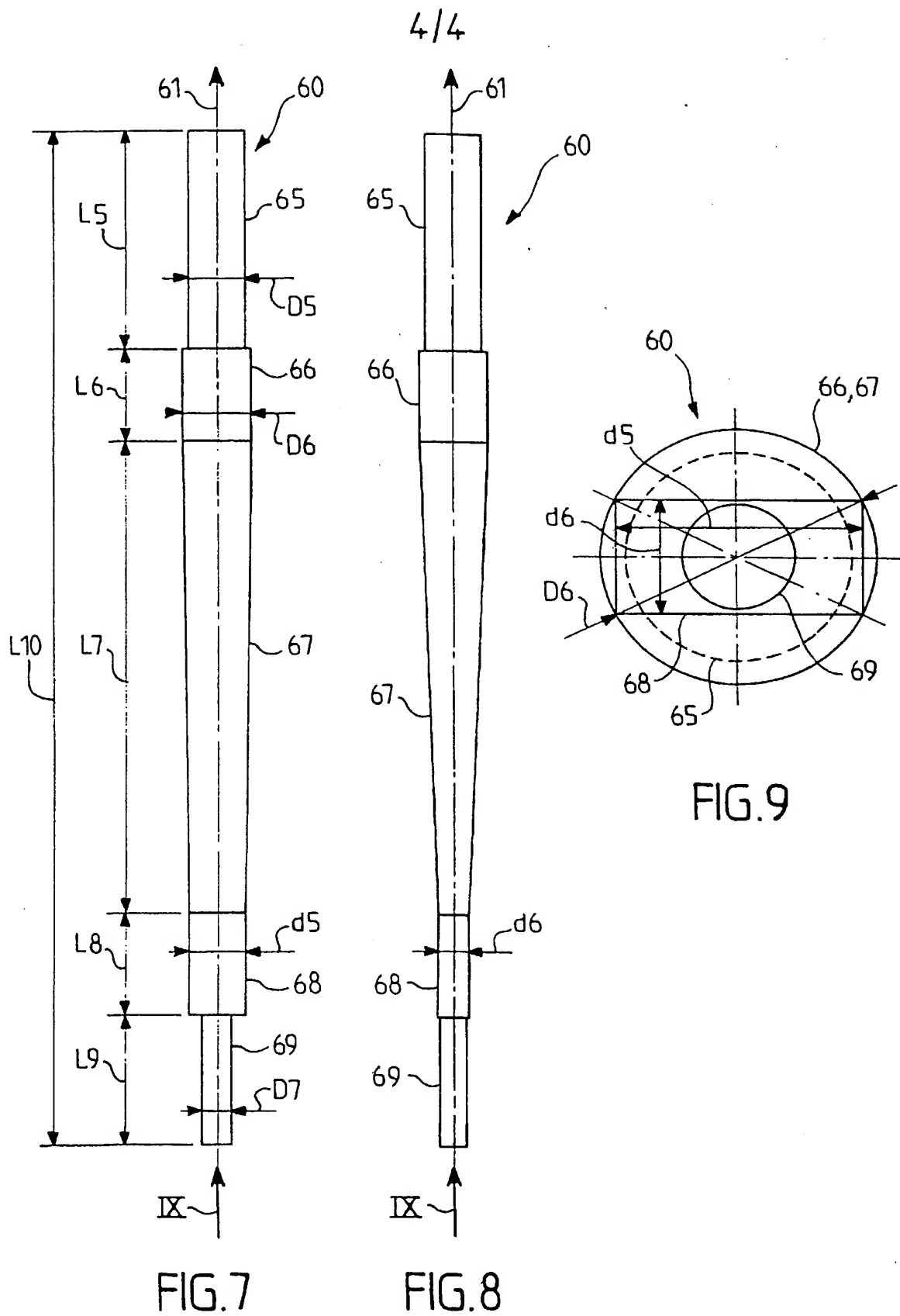


FIG. 6



2773646

# RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 555008  
FR 9800271

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |  | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|---|--|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes   |   |
| X   | GB 1 291 530 A (NEALE N W T)<br>4 octobre 1972<br>* le document en entier *  | 1-4,9   |
| Y   | ---  | 5,7,11  |
| X   | US 4 231 042 A (TURRIN RICHARD H)<br>28 octobre 1980<br>* colonne 3, ligne 5-65; revendications<br>1,2; figures 1,3 *  | 1,2   |
| X   | US 4 255 753 A (LOVICK JR EDWARD)<br>10 mars 1981<br>* colonne 3, ligne 13-42; revendication 1;<br>figure 5 *  | 1,2   |
| Y   | ELLISON B N ET AL: "Corrugated feedhorns<br>at terahertz frequencies - preliminary<br>results"<br>FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE<br>TERAHERTZ TECHNOLOGY, mai 1994, pages<br>851-860, XP002077259<br>Ann Arbor, USA<br>* le document en entier * | 5,7,11  |
| A   | ---  | 8   |
| A   | US 5 281 364 A (STIRLING D ROBERT ET AL)<br>25 janvier 1994<br>* colonne 2, ligne 40-55 *  | 3   |
| A   | US 3 985 851 A (MACTURK WILLIAM L)<br>12 octobre 1976<br>* revendication 1 *   | 4,5,7,9   |
|   | ---  |   |
|   | -/--   |   |
| Date d'achèvement de la recherche   |  | Examineur   |
| 11 septembre 1998   |  | Van Dooren, G   |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/> Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br/> autre document de la même catégorie<br/> A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br/> ou arrière-plan technologique général<br/> O : divulgation non-écrite<br/> P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/> E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br/> à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br/> de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br/> D : cité dans la demande<br/> L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |  |   |

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2773646

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 555008  
FR 9800271

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |   |
| A  | <p>OLVER A D ET AL: "Microwave horns and feeds"<br/>1994, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS<br/>, LONDON, UK XP002077260<br/>* partie 9.5.3 Millimetre-wave horns,<br/>pages 287,288 *</p> <p>-----</p> |   |
|  |   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.CL.6)              |
|  |   |   |
| Date d'achèvement de la recherche  |   | Examineur   |
| 11 septembre 1998  |   | Van Dooren, G   |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br/>autre document de la même catégorie<br/>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br/>ou arrière-plan technologique général<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br/>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br/>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>.....<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |   |   |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

(19) **FRENCH REPUBLIC**  
**NATIONAL INSTITUTE**  
**OF INDUSTRIAL PROPERTY**

**PARIS**  
**(51)**

(11) **Publication No.:** **2 773 646**  
(To be used only in  
ordering copies)

(21) **National Registration No.** **98 00271**

Int. Cl.<sup>6</sup> H 01 Q 13/02, H 01 P 11/00

(12) **PATENT APPLICATION** **A1**

|   |   |
|---|---|
| (22) <b>Filing date:</b> January 13, 1998   | (71) <b>Applicant(s):</b> CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS), Etablissement public à caractère scientifique et technologique – FR. |
| (30) <b>Priority:</b>   | (72) <b>Inventor(s):</b> MUNIER, JEAN MARIE.  |
| (43) <b>Date application laid open to the public:</b> July 16, 1999, Bulletin 99/28.              | (73) <b>Proprietor(s):</b>  |
| (56) <b>List of documents cited in preliminary search report:</b> <i>See end of this reprint.</i> | (74) <b>Agent:</b> CABINET HARLE ET PHELIP.   |
| (60) <b>References to other related national documents:</b>                                       |   |

(54) **ANTENNA CONSTITUTED BY A HORN, METHODS OF FABRICATING SUCH A HORN AND CORRESPONDING MANDREL**

(57) The invention concerns an antenna constituted by a horn (3), preferably an ultrahigh-frequency horn. The horn is provided internally with at least one spiral groove (7) having a constant pitch.

The invention also concerns methods of fabricating such a horn, by molding or by power screwing, and a mandrel (1) used in the fabrication methods.

Application to radio astronomy.

The invention relates to an antenna constituted by a horn, methods of fabricating such a horn and a mandrel designed for such fabrication.

The invention particularly concerns the field of ultrahigh-frequency applications, i.e., relating to frequencies above 1 GHz. In that field, a horn – a sort of guide that is generally conical in shape – is used to couple the transmitter or receiver to the external environment. This horn, which has a cone axis, is provided internally with usually circular

grooves (corrugations) having planes perpendicular to the axis of the horn, which improve transmission or reception efficiency by suppressing spurious modes. Ultrahigh-frequency horns, which constitute antennas, have applications particularly in the field of millimeter and submillimeter radio astronomy, whether ground-based or carried on board balloons or satellites. The frequencies preferably involved are in the range of 37 GHz to 240 GHz.

A first method used to fabricate this type of antenna is based on first fabricating a conical structure that has no grooves and subsequently machining the grooves in mechanically. This method has the drawback of being increasingly difficult to apply as the frequency increases and the dimensions consequently decrease. It actually becomes impossible to perform when the dimensions are too small. In addition, the use of mechanical machining to manufacture ultrahigh-frequency horns falls within the realm of high-precision mechanics, entailing a very high unit cost.

A second method used to produce ultrahigh-frequency horns is electroforming. In this method, an aluminum mandrel (male) is fabricated and the copper horn (female) is grown on it by electrolysis; the mandrel is then destroyed by dissolving it in a strong base (KOH or NaOH) so that the horn can be recovered. Since the mandrel is destroyed each time, this is a very onerous technique.

The present invention concerns an antenna constituted by a horn having a low production cost while still offering good performances in a frequency range that can be very high, particularly above 100 GHz.

The invention is also directed to a method of fabricating a horn that is much less costly than existing techniques and makes it possible to achieve comparable or even better performances, particularly in the ultrahigh-frequency range.

The invention concerns such a method that can be applied to very high frequencies, particularly above 100 GHz.

The invention also relates to a mandrel designed for fabricating a horn by a method according to the invention.

The field of application of the invention includes the above-mentioned field of millimeter and submillimeter radio astronomy, optionally for antenna networks equipped with a large number of identical receivers. The invention also applies to other, non-astronomical uses furthered by low production costs. These include, in particular:

- millimeter and submillimeter interferometry,
- proximity-detecting anticollision radar modules to improve highway safety,
- port approach radars for foggy conditions,
- imaging-based airport control systems (selective imaging by detection of different materials),
- medical imaging and thermography,
- thermal treatment of cancer cells,
- parabolic-antenna receiving heads for satellite reception (frequencies typically on the order of 9 GHz),
- the detection of corona-effect "sheaths" around very-high-tension lines, which are hazardous to night-flying helicopters; the sheath is much "fatter" than the line and can be detected at around 600 GHz; and
- portable devices for detecting objects buried in the ground (ground-surface radiography), such as antipersonnel-mine detectors.

To this end, the invention concerns an antenna constituted by a horn provided internally with at least one groove. According to the invention, the grooves are spiral and have a constant pitch.

The circular grooves normally used in ultrahigh-frequency horns thus are replaced by one or more spiral grooves.

The horn having an axis, the "pitch" of the spiral groove or grooves means the spacing, reduced to that axis, between two successive turns.

Such a constant-pitch spiral configuration of the groove or grooves permits economical and practical implementation and yields very good performances.

The horn is preferably an ultrahigh-frequency horn. The spiral groove or grooves in that case advantageously have a width of less than 0.5 mm and a pitch of less than 1 mm, for a frequency in the vicinity of 100 GHz.

In an advantageous embodiment of the antenna, the horn comprises a single spiral impression extending for the entire length thereof. In other embodiments, it comprises two or three spiral impressions, or more.

In a preferred embodiment of the antenna, the horn is formed essentially of an alloy comprising, by weight, 50% bismuth, 28% lead and 22% tin.

This alloy, which is sold under the name "Roses alloy," has the advantage of possessing a very low melting point of about 105°C, at which temperature it oxidizes very little. In addition, precision castings can be obtained with it. The alloy also has the property of being a superconductor, with a critical temperature of 6.7 K.

In other embodiments, the horn is formed of Alpax, aluminum or plastic.

The horn is advantageously gold-plated internally.

It is advantageous for the mandrel to be made essentially of a material selected from aluminum, titanium and brass coated with rhodium by electrolysis. The mandrel can thus be separated from the horn more easily, particularly when the latter is formed of Roses alloy, since the mandrel does not adhere to that alloy.

The invention also concerns methods of fabricating a horn constituting an antenna, preferably an ultrahigh-frequency antenna.

A first fabrication method is characterized by:

- placing in a mold a mandrel provided externally with at least one constant-pitch, spiral,



male impression,

- introducing a molten material into the mold,
- cooling said material so that it forms the horn, provided internally with at least one constant-pitch spiral groove corresponding to the impressions, and
- unscrewing the mandrel from the horn.

The constant-pitch spiral shape of the grooves lends itself to the molding technique, since it is possible to unscrew the mandrel from the horn once the latter has been formed. This fabrication method is particularly economical, since the mandrel, once fabricated, can be reused many times while still remaining intact.

According to a preferred implementation of the fabrication method, before the mandrel is unscrewed, the mandrel and the horn are freed from each other by immersing them in liquid nitrogen and then in hot water.

The two parts can then be unscrewed easily without damage to the mandrel.

According to another implementation, the unscrewing operation is performed with a series of relatively light blows.

In a preferred implementation, the material is an alloy comprising, by weight, 50% bismuth, 28% lead and 22% tin.

Air bubbles are advantageously expelled from the material as it cools by repeatedly exposing it to a vacuum and then to air.

In addition, it is advantageous if, after the unscrewing operation, the interior of the horn is gold-plated by electrolysis.

This results in a surface condition similar to that which would be obtained with a gold-plated brass horn whose grooves were made by mechanical machining.

A second fabrication method is characterized by:

- making a female part comprising a conical internal opening,
- power-screwing into said conical opening a mandrel provided externally with at least

one constant-pitch, spiral, male impression, so as to imprint into the female part at least one constant-pitch spiral groove corresponding to said impressions, and

- unscrewing the mandrel from the female part constituting the horn.

This second fabrication method is particularly advantageous when the dimensions of the horn are very small, for frequencies in the vicinity of 1 THz or above. In such cases the width of the grooves is on the order of a few tens of micrometers and the interior of the horn cannot be gold-plated by conventional methods.

In this second fabrication method, the female part is preferably of solid gold and the mandrel is of titanium.

The invention also applies to a mandrel to be used in fabricating a horn by a method according to the invention.

Said mandrel is provided externally with at least one constant-pitch, spiral, male impression.

The dimensions of the male impressions correspond to the dimensions of the grooves in the horn to be produced. Such a mandrel can be used to fabricate the horn by molding or by power screwing.

Various characteristics and advantages of the invention will emerge from the following description, which is given by way of example and without limitative character with reference to the annexed drawings, wherein:

Figure 1 depicts a mandrel used in an implementation example of the fabrication method by molding according to the invention.

Figure 2 depicts a mold assembly corresponding to the mandrel of Fig. 1, shown reduced by 1/3 for the sake of convenience.

Figure 3 is a sectional front view of an ultrahigh-frequency horn produced by the fabrication method of the invention with the mandrel of Fig. 1 and the mold assembly of

Fig. 2, containing the mandrel of Fig. 1.

Figure 4 is a sectional perspective view of the horn of Fig. 3.

Figure 5 gives the curves of transmission or reception intensity (in dB) as a function of beamwidth (in degrees) respectively of the horn from Figs. 3 and 4 and a reference horn with circular grooves designed for the same operating frequency and produced in the conventional manner by electroforming.

Fig. 6 gives the curves of the phase variation of the transmission or reception signal (in degrees) as a function of beamwidth (in degrees) respectively of the horn from Figs. 3 and 4 and the reference horn.

Figure 7 is a front view of an adapter insert for the mandrel and the mold assembly which is used in a variant of the fabrication method of Figs. 1 to 6,

Figure 8 shows the adapter insert of Fig. 7 in a side view (along VIII).

Figure 9 shows the adapter insert of Figs. 7 and 8 in a bottom view (along IX), enlarged by a factor of 4.

A mandrel 1 used in a method of fabricating an ultrahigh-frequency horn by molding according to the invention, depicted in Fig. 1, comprises a conically shaped part 11, advantageously aluminum-based and for example made of the alloy sold under the name Duralumin. This conical part 11, having an axis 10, has a base 16 of diameter  $D_1$ , a length  $L_1$  parallel to its axis 10 and an angle of inclination  $A_1$ . Part 11 comprises, at the level of its base 16, means for attachment to a mold. Said means comprise, for example, elongate holes 14 and 15 made in base 16 parallel to axis 10, spaced apart by a distance  $I$  and designed to receive fastening studs.

Part 11 is provided externally, over its entire length  $L_1$ , with a spiral male impression 4. Male impression 4 has a fixed pitch  $d_2$  and a thickness  $d_1$  that is preferably also constant. However, male impression 4 advantageously begins at the level of base 16

at an initial thickness  $d_3$  that is less than thickness  $d_1$ , thickness  $d_3$  being, for example, equal to one-half of thickness  $d_1$ .

Male impression 4 preferably has a variable depth in a region 5 of part 11 located near the end 17 of conical part 11 and has a fixed depth  $d_4$  elsewhere. Mandrel 1 therefore has at the level of base 16 a total diameter having the value  $D'1$ , where  $D'1 = D1 + 2d_4$ . In region 5, of length  $L'1$ , the depth of male impression 4 increases from the value  $d_4$  in the direction of end 17. In an advantageous example this increase is linear, such that male impression 4 defines a conical outer surface having an axis 10 and an angle of inclination  $A2$ .

At its end 17, part 11 is prolonged by a elongated guide 12 for adapting to the mold, said guide advantageously being cylindrical with a diameter  $D2$  and a length  $L2$  and advantageously made of the same material as part 11. Guide 12 is in turn prolonged preferably by a tip 13 of diameter  $D3$  for attachment to the mold, which tip passes through guide 12 and enters part 11. Tip 13, advantageously made of steel, extends beyond guide 12 by a length  $L3$  and enters part 11 over a length  $L'3$ .

In a particular implementation example adapted to a frequency of 110 GHz, the parameters of mandrel 1 have the following values, expressed in millimeters except for angles  $A1$  and  $A2$ :

- $L1 = 39$ ,  $L'1 = 8$ ,  $L2 = 5$ ,  $L3 = 5$ ,  $L'3 = 3$ ;
- $D1 = 13.35$ ,  $D'1 = 14.75$ ,  $D2 = 2.38$ ,  $D3 = 0.1$ ;
- $d1 = 0.45$ ,  $d2 = 0.9$ ,  $d3 = 0.225$ ,  $d4 = 0.7$ ,  $l = 9.5$ ;
- $A1 = 8^\circ$ ,  $A2 = 3^\circ35$ .

Mandrel 1 is associated with a mold assembly 2 designed to receive it, depicted in Fig. 2. Mold assembly 2 comprises an advantageously cylindrical mold 21 that has an axis 20 and is aluminum-based, for example is made of Duralumin. Mold 21, designed to

contain mandrel 1, has a length L4 equal to 74 mm, for example. It is preferably equipped with sealing means. In the example described, these means consist of two O-ring seals 25 and 26 respectively disposed near the ends of the mold 21. These simple vacuum O-ring seals 25 and 26 are sufficient to seal the mold 21, since the molding material used in the example (Roses alloy) has a very low melting point.

Mold assembly 2 also comprises a bottom 22 and a cover 24 for mold 21. Bottom 22 is provided with filling sprues 31 and 32 for introducing the molten molding material into mold 21. It also comprises an opening 33 that is elongated along axis 20 and is designed to receive the tip 13 of mandrel 1. An adapter part 23 is interposed between mold 21 and bottom 22. This part 23, advantageously made of brass, is provided with a central opening 34 through which guide 12 of mandrel 1 is to pass, as well as two windows 35 and 36 opposite filling sprues 31 and 32, for introducing the molten molding material.

Cover 24 comprises studs 37 and 38 designed to enter holes 14 and 15, respectively, of mandrel 1.

During operation, the mandrel 1 is placed and secured in mold assembly 2 and the molten material is then introduced through filling sprues 31 and 32, said molding material preferably being Roses alloy. Sprues 31 and 32 also permit the escape of air trapped between the turns of male impression 4 of mandrel 1. The molding operation is then performed, air bubbles being expelled by repeated exposure to vacuum and then air, and the material is let cool. It thereupon forms a horn 3 provided internally with a spiral groove 7 corresponding to male impression 4, as depicted in Figs. 3 and 4.

The male part (mandrel 1) and the female part (horn 3) are then freed from each other by immersing them first in liquid nitrogen and then rapidly in hot water. The two parts can then be unscrewed easily. It is then advantageous to gold-plate the interior of

the horn 3 by electrolysis.

In a variant implementation, mandrel 1 is provided with plural male impressions, that is, plural spiral threads, for example two or three. This yields a horn comprising plural spiral grooves corresponding to the male impressions of mandrel 1.

The horn 3 obtained in the implementation example, intended for a frequency of 110 GHz, has been tested and compared with an ultrahigh-frequency horn having circular grooves, produced in the conventional manner by electroforming and also adapted to a frequency of 110 GHz.

Thus, superposed in Fig. 5 are curves 51 and 52, for horn 3 and the reference horn, respectively, giving the normalized transmission or reception intensity in dB (coordinate system 42) as a function of the beamwidth of the horn expressed in degrees (coordinate system 41). It can be seen that the respective transmission or reception widths 54 and 55 of curves 51 and 52 are similar, the width 54 of horn 3 being slightly smaller. Moreover, if the curves 51 and 52 had not been normalized, it would be observed that curve 51 of horn 3 has a width that is 2 dBm greater than that of the reference horn.

Curves 58 and 59 (Fig. 6), giving the phase variation of the signal in degrees (coordinate system 43) as a function of the beamwidth (coordinate system 41) for horn 3 and the reference horn, respectively, prove to be very different from each other. Throughout the beamwidth range, the phase variation of horn 3 is much smaller than that of the reference horn.

Thus, the performances of horn 3 are comparable to or even superior to those of the reference horn.

In another implementation, guide 12 and tip 13 are replaced by an adapter insert 60 for adapting the mandrel to the mold assembly, as illustrated in Figs. 7 to 9. This insert 60 is a part of length L10 that is elongated along an axis 61 and is separate from the

mandrel, contrary to guide 12 and tip 13 attached to mandrel 1 in the preceding embodiment. It is advantageously made of titanium.

Insert 60 comprises successively, along axis 61, a circular cylindrical insertion end 65, a circular guide 66, a transition 67 from the circular guide to a conoidal rectangular guide, a rectangular guide 68 and a tip 69. The lengths of parts 65 to 69 are respectively denoted L5 to L9 and the diameters of parts 65, 66 and 69 are respectively denoted D5, D6 and D7. In addition, rectangular guide 68 has a rectangular section whose sides have lengths denoted d5 and d6. In the embodiment example shown, these dimensions are, expressed in mm:

- L5 = 8.0, L6 = 3.5, L7 = 18.0, L8 = 4.0, L9 = 5.0, L10 = 38.5;
- D5 = 2.0, D6 = 2.37, D7 = 1.0;
- d5 = 2.12, d6 = 1.06.

The mandrel comprises a cylindrical hole designed to receive insertion end 65 and parts 66 and 67 of insert 60. The mold assembly in turn is adapted to insert 60, bottom 22 and adapter part 23 of the preceding embodiment being designed respectively for the insertion of tip 69 and the passage of rectangular guide 68.

To fabricate the horn 3, insert 60 is first inserted in the mandrel and the joined parts are placed in the mold assembly, whereupon the molding operations are performed. The mandrel is then unscrewed and withdrawn without insert 60. The latter, detached from the mandrel, is not carried along as the parts are unscrewed because of its rectangular guide 68. Insert 60 is subsequently expelled from the mold assembly by being pushed upward.

This implementation with insert 60 has the advantage of reducing insertion losses between the mandrel and the mold assembly.

### CLAIMS

1. An antenna constituted by a horn provided internally with at least one groove, characterized in that said grooves (7) are spiral and have a constant pitch (d2).

2. The antenna as set forth in claim 1, characterized in that said horn is an ultrahigh-frequency horn.

3. The antenna as set forth in either of claims 1 and 2, characterized in that said horn (3) is formed essentially of an alloy comprising, by weight, 50% bismuth, 28% lead and 22% tin.

4. The antenna as set forth in any one of claims 1 to 3, characterized in that said horn (3) is gold-plated internally.

5. A method of fabricating a horn constituting an antenna, characterized by:

- placing in a mold (21) a mandrel (1) provided externally with at least one spiral male impression (4) having a constant pitch (d2),
- introducing a molten material into said mold (21),
- cooling said material so that it forms said horn (3), provided internally with at least one constant-pitch (d2) spiral groove (7) corresponding to said impressions (4), and
- unscrewing said mandrel (1) from said horn (3).

6. The fabrication method as set forth in claim 5, characterized in that before said mandrel (1) is unscrewed, said mandrel (1) and said horn (3) are freed from each other by immersing them in liquid nitrogen and then in hot water.

7. The fabrication method as set forth in either of claims 5 and 6, characterized in that after the unscrewing operation, the interior of said horn (3) is gold-plated by electrolysis.

8. The fabrication method as set forth in any one of claims 5 to 7, characterized in



that said mandrel (1) is made essentially of a material selected from aluminum, titanium and brass coated with rhodium by electrolysis.

9. A method of fabricating a horn constituting an antenna, characterized by:

- making a female part comprising a conical internal opening,
- power-screwing into said conical opening a mandrel (1) provided externally with at least one spiral male impression (4) having a constant pitch (d2), so as to imprint into said female part at least one constant-pitch (d2) spiral groove corresponding to said impressions (4), and
- unscrewing said mandrel (1) from said female part, which constitutes said horn (3).

10. The fabrication method as set forth in claim 9, characterized in that said female part is made of solid gold and said mandrel (1) is made of titanium.

11. A mandrel (1) designed for fabricating a horn (3) by a method as set forth in any one of claims 5 to 10.

French Republic

2773646

National Institute for  
Intellectual Property

PRELIMINARY SEARCH REPORT

National Registration Number

FA 555008

FR 9800271

Established on the basis of the last claims  
filed before search was started

Relevant Documents

| Category                              | Identification of documents with specification,<br>where required of critical parts  | Re Claim                  |                                 |
|---------------------------------------|--|---------------------------|---------------------------------|
| X                                     | GB 1 291 530 A (NEALE N W T)<br>4 October 1972<br>* the entire document *  | 1-4, 9                    |                                 |
| Y                                     | _____  | 5, 7, 11                  |                                 |
| X                                     | US 4 231 042 A (TURRIN RICHARD H)<br>28 October 1980<br>* column 3, line 5 -65; claims 1, 2; figures 1, 3 *  | 1, 2                      |                                 |
| X                                     | US 4 255 753 A (LOVICK JR EDWARD)<br>10 March 1981<br>* column 3, line 13-42; claim 1; figure 5 *  | 1, 2                      |                                 |
| Y                                     | ELLISON B N ET AL: "Corrugated feedhorns at tetrahertz<br>frequencies - preliminary results"<br>FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE<br>TETRAHERTZ TECHNOLOGY, May 1994, pAGES 851-860,<br>XP002077259<br>Ann Arbor USA<br>* the entire document * | 5, 7, 11                  |                                 |
| A                                     | _____  | 8                         | Searched Fields<br>(Int. Cl. 6) |
| A                                     | US 5 281 364 A (STIRLING D ROBERT ET AL)<br>25 January 1994<br>* column 2, line 40-55 *  | 3                         |                                 |
| A                                     | US 3 985 851 A (MACTURK WILLIAM L)<br>12 October 1976<br>* claim 1 *   | 4, 5, 7, 9                | H01Q<br>H01P                    |
| Search completed<br>11 September 1998 |  | Examiner<br>Van Dooren, G |                                 |

Category of cited documents

X of particular significance by itself  
Y particularly pertinent in combination with another document of the same  
category

A            pertinent in opposition to at least one claim or general background  
technology

**French Republic**

**2773646**

**National Institute for  
Intellectual Property**

**PRELIMINARY SEARCH REPORT**

National Registration Number

**FA 555008**

**FR 9800271**

Established on the basis of the last claims  
filed before search was started

**Relevant Documents**

| Category | Identification of documents with specification,<br>where required of critical parts | Re Claim |
|----------|---|----------|
|----------|---|----------|

|   |  |  |
|---|--|--|
| A | OLVER A D ET AL: "Microwave horns and feeds"<br>1994, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS,<br>LONDON, UK, XP002077260<br>* section 9.5.3 Millimetre -wave horns,<br>pages 287, 288 * |  |
|---|--|--|

Searched Fields  
(Int. Cl. 6)

Search completed

11 September 1998

Examiner

Van Dooren, G

Category of cited documents

x            of particular significance by itself

Y particularly pertinent in combination with another document of the same  
category  
A pertinent in opposition to at least one claim or general background  
technology